·论著·

反重力跑台系统的倒走训练结合常规腰背核心训练治疗非特异性下腰痛的效果研究

屠金康[1]，李方方[2]，吴晓琼[1]，刁冲[1]，戚少华[1]，陈君[1*]

【摘要】 **背景** 近年来非特异性下腰痛发病率越来越高，常规治疗方法的效果持续时间短，症状容易反弹，对患者身心造成极大的影响。**目的** 探讨反重力跑台系统的倒走训练结合常规腰背核心训练治疗非特异性下腰痛的效果。**方法** 将 2022 年 7—12 月在复旦大学附属中山医院康复科就诊的 40 例非特异性腰痛患者按随机数字表法分为试验组（20 例）和对照组（20 例）。对照组接受常规的腰背部核心训练，试验组在对照组基础上利用反重力跑台系统进行倒走训练。分别在治疗前和治疗 4 周后对两组患者的 Oswestry 功能障碍指数（ODI）、视觉模拟评分（VAS）和腰背行为量表（BPS）评分进行评定。**结果** 治疗前两组 ODI、VAS 和 BPS 评分比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）；治疗 4 周后，两组组患者的 ODI、VAS 和 BPS 评分均较治疗前下降，且试验组的 ODI、VAS 和 BPS 评分低于对照组（$P<0.05$）；两组各评分治疗前后差值比较，差异有统计学意义（$P<0.05$）。**结论** 反重力跑台系统的倒走训练对于改善非特异性腰痛患者疼痛程度、腰背整体状态效果确切，值得临床推广。

【关键词】 腰痛；非特异性腰痛；腰背核心训练；反重力跑台；倒走训练

【中图分类号】 R 681.55 【文献标识码】 A DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0189

【引用本文】 屠金康，李方方，吴晓琼，等. 反重力跑台系统的倒走训练结合常规腰背核心训练治疗非特异性下腰痛的效果研究［J］. 中国全科医学，2023.［Epub ahead of print］. DOI：10.12114/j.issn.1007-9572.2023.0189.［www.chinagp.net］

TU J K，LI F F，WU X Q，et al. Effectiveness of backward walking based on anti-gravity treadmill training system combined with conventional low back core training on patients with non-specific low back pain［J］. Chinese General Practice，2023.［Epub ahead of print］.

Effectiveness of Backward Walking Based on Anti-gravity Treadmill Training System Combined with Conventional Low Back Core Training on Patients with Non-specific Low Back Pain

TU JinKang[1]，*LI Fangfang*[2]，*WU Xiaoqiong*[1]，*XI Chong*[1]，*QI Shaohua*[1]，*CHEN Jun*[1*]

1.Rehabilitation Medicine Center，Fu Dan University Zhongshan Hospital，Shanghai 200032，China

2.VIP Ward，Tong Ji University Yangzhi Rehabilitation Hospital，Shanghai 201613，China

[*]Corresponding author：CHEN Jun，Associate chief rehabilitation therapist；E-mail：chen.jun2@zs-hospital.sh.cn

【Abstract】 **Background** In recent years，the incidence of non-specific low back pain has been increasing. The duration of conventional treatment is short，and the symptoms tend to rebound，which has a great impact on the body and mind of patients. **Objective** To investigate the effectiveness of backward walking based on anti-gravity treadmill training system combined with conventional low back core training on patients with non-specific low back pain. **Methods** A total of 40 patients with non-specific low back pain admitted to the rehabilitation department of Zhongshan Hospital，Fudan University from July to December 2022 were divided into the experimental group （20 cases） and control group （20 cases） according to the random number table method. The control group received conventional low back core training，and the experimental group received backward walking based on anti-gravity treadmill training system on the basis of the control group. The oswestry disability index （ODI），visual analogue scale （VAS） and back pain classification scale （BPS） of the 2 groups were evaluated before and 4 weeks after treatment，respectively. **Results** There was no significant difference in ODI，VAS and BPS scores between the two groups before treatment （$P>0.05$）；after 4 weeks of treatment，ODI，VAS and BPS scores of the 2 groups were decreased，and ODI，VAS and BPS scores of the experimental group were significantly lower than those of the control group （$P<0.05$）；the

基金项目：上海市临床重点专科项目经费资助（shslczdzk02703）；国家重点研发计划项目经费资助（2020YFC2008404-2）

1.200032 上海市，复旦大学附属中山医院康复医学中心 2.201613 上海市，同济大学附属养志康复医院 VIP 病区

[*] 通信作者：陈君，副主任治疗师 / 副教授；E-mail: chen.jun2@zs-hospital.sh.cn

本文数字出版日期：2023-07-03

difference in the change of each score before and after treatment between the two groups was statistically significant （P<0.05）.
Conclusion The backward walking based on anti-gravity treadmill training system is effective in improving the pain level and overall status of the low back in patients with non-specific low back pain，which is worthy of clinical promotion.

【**Key words**】 Low back pain；Non-specific lumbago；Waist and back core training；Anti-gravity running table；Backward walking

非特异性腰痛（nonspecific low back pain，NLBP）是指排除已知疾病或病理变化所致的腰骶部持续疼痛、无力，伴或不伴下肢放射痛，活动受限的疾病[1-2]。流行病学显示，50%-80% 的成年人的一生都会有下腰痛的经历，而非特异性腰痛约占 90%[3-4]，对患者的功能活动、身心健康及生活质量造成严重影响[5]。本病持续时间较长、容易反复发作或呈进行性加重，因而成为康复治疗的难题[6]。目前常见的治疗方法包括预防治疗、针灸推拿、运动疗法、物理因子和微创治疗等[1]，大部分患者治疗之后症状得到改善，但是由于腰腹部肌力、耐力、本体感觉等核心功能尚未恢复，因而在 1 年内的复发率高达 70%[7]。本研究通过反重力跑台的倒走训练结合常规腰背部核心训练治疗 NLBP，并通过 Oswestry 功能障碍指数（oswestry disability index，ODI）、视觉模拟评分（visual analogue scale，VAS）和腰背行为量表（back pain classification scale，BPS）对疗效进行评定。

1 资料与方法

1.1 一般资料 前瞻性选取 2022 年 7—12 月在复旦大学附属中山医院康复科就诊的非特异性腰痛患者 40 例，采用随机数字表法将患者分为试验组（n=20）和对照组（n=20），对照组中男 9 例、女 11 例，年龄 25~68 岁，平均年龄（37.3±14.8）岁；试验组中男 7 例、女 13 例，年龄 24~70 岁，平均年龄（40.0±14.5）岁。比较两组患者的性别（χ^2=0.417，P=0.519）、年龄（t=0.583，P=0.563）比较，差异均无统计学意义。本研究经过复旦大学附属中山医院伦理委员会审批备案（B2022-344R）。

1.2 纳入标准 （1）年龄 24~70 岁；（2）符合北美脊柱协会（NASS）制定的非特异性下腰痛的循证医学指南[8]：具有腰骶部疼痛不适症状，病程≥ 3 个月，活动后加剧；直腿抬高试验及加强试验阴性；疼痛来源于躯体牵涉痛或非根性痛（膝盖以上）；（3）VAS 评分≥ 3 分；（4）自愿参加本研究。

1.3 排除标准 （1）特异性下腰痛（肿瘤、感染、代谢性疾病、类风湿性关节炎、骨折）；（2）接受腰椎手术者；（3）脊柱畸形（脊柱滑脱、峡部裂或脊柱侧弯）；（4）膝盖以下部位疼痛；（5）脊髓外疾病（例如血管、泌尿生殖系统疾病）；（6）腰痛伴 2 个或以上其他部位疼痛；（7）妊娠；（8）存在认知功能障碍，无法完成动作者。

1.4 脱落标准 （1）治疗过程中接受其他治疗；（2）中途擅自退出；（3）患者拒绝配合采集资料；（4）研究过程中，腰背部损伤而使治疗中断者。

1.5 方法 对照组给予包括推拿点穴、神经肌肉电刺激、红外线治疗、臀桥训练在内的常规康复治疗，具体如下，（1）推拿点穴治疗：用肘滚法、掌揉法于患者腰骶部，拇指点揉患者肾俞、腰阳关、委中、承山等穴，以患者耐受为度，15 min/ 次；（2）神经肌肉电刺激：采用华力医疗生产的型号为 HL-0817B 的神经系统电刺激仪作用于患者疼痛不适部位，选择“镇痛消炎”处方，刺激强度以患者耐受为度，20 min/ 次；（3）红外线治疗：采用重庆新峰医疗器械有限公司生产的 350 型红外线治疗器（出厂编号：1801009087）对患者进行治疗，调档“P-03”照射腰骶臀部，过程中防止烫伤，20 min/ 次；（4）臀桥训练：分为双桥、单桥和“球桥”训练 3 部分。①双桥训练为患者取仰卧位，上肢自然平放于身体两侧，膝关节呈 90° 屈曲，双足平放于床面，骨盆向上抬离床面，使躯干、骨盆、大腿处于同一平面；②单桥训练为在动双桥的基础上将一侧膝关节伸直，并抬离床面，保持躯干、大腿在同一平面，双侧下肢交替；③球桥训练为患者仰卧位，上肢自然置于身体两侧，双足跟置于瑜伽球上，骨盆向上抬离床面，使躯干、骨盆、大腿处于同一平面，同时保持瑜伽球稳定而不晃动。上述动作均 30 s/ 次，每组动作均进行 6 次，根据个人情况进行 6~8 组 /d。除（4）之外，其他治疗 2 次 / 周，连续进行 4 周。

试验组在对照组基础上增加基于减重力跑台的倒走训练。患者穿上合适的特定短裤，站立于 AlterG M320 反重力跑台上，治疗师根据患者的身体状况和耐受程度，循序渐进地减少减重力及调整倒走速度。整个过程中，治疗师密切关注患者有无不适感，如果患者出现胸闷、头晕、乏力时应该立即停止训练，并关注患者后续状态。倒走时间从 10 min 开始，根据患者情况逐渐增加至 20 min，2 次 / 周，连续进行 4 周。

1.6 观察指标

1.6.1 治疗前、后用 ODI[9-10] 评价腰椎功能：共包括疼痛程度、生活自理能力、行走、站立、提物等 10 个方面内容，每项得分 0~5 分。0 分代表无疼痛，5 分代表严重疼痛且功能丧失，最高得分 50 分，评分越低表

示腰部功能越好。

1.6.2 治疗前、后用VAS评价腰痛情况：0分代表无任何疼痛，10分代表痛到无法忍受，患者对疼痛程度进行自我评价。

1.6.3 治疗前、后用腰背行为量表[11]（back pain classification scale，BPS）评价腰痛情况：该量表包括穿袜试验、拾物试验、身体卷曲试验、手指触地试验、提举试验5部分，每项评分为0~3分。0分代表完全可以，3分代表状态极差，最高得分15分，总分越高功能状态越差。

1.7 统计学分析 采用SPSS 24.0统计软件对所得数据进行统计学分析，两组患者的性别的比较采用 χ^2 检验；两组患者的年龄及各观察指标以 M（P_{25}，P_{75}）表示，采用非参数检验。检验水准 α =0.05。

2 结果

2.1 ODI比较 两组患者治疗前ODI、VAS、BPS评分差异无统计学意义（P>0.05），治疗4周后试验组得分明显低于对照组（P<0.05），见表1；试验组和对照组在干预后的ODI得分较干预前均有改善，且差值差异有统计学意义（P<0.05），见表2。

表1 两组治疗前后ODI、VAS、BPS评分比较（$\bar{x} \pm s$，分）

Table 1 Comparison of ODI，VAS and BPS scores before and after treatment between the two groups

组别	例数	ODI评分		VAS评分		BPS评分	
		治疗前	治疗后	治疗前	治疗后	治疗前	治疗后
对照组	20	8.0（5.0，11.8）	4.0（2.3，6.8）	5.0（3.0，6.0）	2.0（1.0，3.0）	4.5（2.0，8.0）	3.0（1.0，5.8）
试验组	20	8.5（4.0，14.0）	1.0（0，2.0）	4.5（3.0，6.0）	1.0（0，1.0）	5.0（2.0，8.8）	0.0（0，1.0）
t 值		-0.190	-4.274	-0.206	-4.510	-0.122	-3.794
P 值		0.849	＜0.001	0.837	＜0.001	0.903	＜0.001

注：ODI=Oswestry功能障碍指数，VAS=视觉模拟评分，BPS=腰背行为量表；[a] 表示与治疗比较 P<0.05。

表2 两组干预前后ODI、VAS、BPS评分差值比较（$\bar{x} \pm s$，分）

Table 2 Comparison of the changes in ODI，VAS，and BPS scores before and after treatment between the two groups

组别	例数	ODI评分差值	VAS评分差值	BPS评分差值
对照组	20	-4.0（-5.0，-2.0）	-2.0（-3.0，-2.0）	-2.0（-2.0，-1.0）
试验组	20	-7.0（-13.8，-3.0）	-4.0（-5.0，-3.0）	-4.0（-6.8，-2.0）
t 值		-1.987	-3.013	-3.209
P 值		0.047	0.003	0.001

3 讨论

NLBP主要表现为臀横纹以上、肋缘以下及双侧腋中线之间区域的疼痛不适[12]，虽然目前治疗方法多样，但是缺少高质量的研究证据以证明哪种方法更有效，给临床治疗带来一定程度的困扰。有证据支持腰部疼痛会反射性地抑制深层核心肌群的功能，从而丧失对腰椎的保护，并且随着时间的推移，会出现核心肌群废用性萎缩，表现为腰部酸痛无力、协调性差，进而出现腰椎不稳[13]。而核心稳定性训练的主要作用就是增强脊柱附近核心肌群在低负荷等长收缩情况下的运动控制能力，这个过程中核心肌群的协调性、平衡能力得以激活或强化，并且腰椎稳定性得以增强，从而缓解腰痛症状。WASEEM等[14]的研究证明核心稳定性训练较常规康复训练对改善腰椎稳定性、核心肌群运动控制能力及缓解腰痛的效果更佳明显；李祖虹等[15-17]的试验证明核心稳定性训练不仅可以促进本体感觉输入、激活深层肌群，而且可以加强维持腰椎稳定的主动亚系及神经控制亚系，并且可以减少炎性因子的分泌，从而减轻疼痛。

倒走作为一种预防腰痛的核心强化训练方法在运动员中被广泛运用，有研究证明其可以有效提高有氧耐力、增强无氧能力、改善脊柱稳定性及运动控制能力[18-19]。倒走不是简单的腰背部肌群收缩的过程[20]，与正走相比，其增加了能量的利用，且可以促进运动皮层和骨骼肌的激活[21]，神经调控参与的同时也提高了运动单元的募集能力，对腰背部的刺激强度更大。SUN-HO KIM等[22]研究表明，倒走训练可以强化腰骶部肌肉与韧带的力量、降低腰椎张力、增加腰椎稳定性。DUFEK[23]的研究证明倒走训练可以有效减轻腰骶部疼痛，增加腰椎活动度，从而改善患者的生活质量。

反重力跑台系统是由气压系统和跑台系统两部分组成，是减重支撑步行训练的一种，使用过程中可以降低代谢需求和骨骼肌肉负荷[24]。近年来，其因在中风、脊髓损伤、髋膝踝关节损伤等领域的显著辅助效果而倍受康复治疗师的青睐。本研究创新性地把反重力跑台系统的倒走训练模式运用于NLBP患者中取得显著疗效。相对于单纯的倒走倒走训练，反重力跑台的倒走训练有如下优势：（1）倒走速度和时间可以根据患者身体状况进行设定，便于量化；（2）患者在倒走过程中可以通过前方屏幕的视觉反馈帮助患者纠正不良步态，从而矫正腰背部肌群的运动模式；（3）气囊的减重力环境可以有效降低腰骶部肌群的张力，减少行走过程中疼痛不适感；（4）气囊包裹在患者腰部而防止跌倒，使患

者在倒走过程中更加安全，特别对于老年患者而言，可以帮助他们克服恐惧，增加安全感。

本研究显示试验组和对照组在治疗之后的 ODI、VAS、BPS 评分均低于治疗前，且治疗后的两组差值差异具有统计学意义，表明无论传统的腰背核心训练还是倒走训练均可以改善 NLBP 患者的腰痛程度和腰背行为状态，且倒走训练对 NLBP 患者的康复疗效更加显著。本研究的不足之处在于病例数较少，病例来源单一，没有进行追踪随访，且没有对不同减重比例状态进行观察比较，这些都将成为未来我们努力完善的方向。

综上所述，反重力跑台系统的倒走训练结合腰背部核心肌力训练确实可以改善患者的腰痛及功能状态，值得临床推广。

作者贡献：屠金康、李方方、戚少华、陈君提出研究思路，以及设计研究方案；刁冲、吴晓琼、屠金康负责研究过程的实施；屠金康、李方方负责数据整理，统计学处理；屠金康负责论文起草，负责最终版本修订；陈君对论文负责。

本文无利益冲突。

参考文献

［1］刘建航，余绍涌，李锦威．非特异性下腰痛的治疗进展［J］．中华全科医学，2019，17（3）：459-463. DOI：10.16766/j.cnki.issn.1674-4152.000708.

［2］VADALÀ G，RUSSO F，DE SALVATORE S，et al. Physical activity for the treatment of chronic low back pain in elderly patients：a systematic review［J］. J Clin Med，2020，9（4）：1023. DOI：10.3390/jcm9041023.

［3］FATOYE F，GEBRYE T，ODEYEMI I. Real-world incidence and prevalence of low back pain using routinely collected data［J］. Rheumatol Int，2019，39（4）：619-626. DOI：10.1007/s00296-019-04273-0.

［4］吕晨曦，李铁，李虎，等．核心力量训练对非特异性腰痛患者神经肌肉功能的康复效果［J］．泰山医学院学报，2018，39（2）：141-144. DOI：10.3969/j.issn.1004-7115.2018.02.008.

［5］施玉博，郭卫春，余铃．非特异性下腰痛：北美脊柱协会（NASS）循证医学指南解读［J］．中国修复重建外科杂志，2021，35（10）：1336-1340. DOI：10.7507/1002-1892.202103131.

［6］关铭坤，戴伟莉．腰椎伸肌强化和神经肌肉再训练对慢性非特异性腰痛患者功能障碍的影响［J］．颈腰痛杂志，2020，41（2）：229-231. DOI：10.3969/j.issn.1005-7234.2020.02.031.

［7］DA SILVA T，MILLS K，BROWN B T，et al. Recurrence of low back pain is common：a prospective inception cohort study［J］. J Physiother，2019，65（3）：159-165. DOI：10.1016/j.jphys.2019.04.010.

［8］KREINER D S，MATZ P，BONO C M，et al. Guideline summary review：an evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of low back pain［J］. Spine J，2020，20（7）：998-1024. DOI：10.1016/j.spinee.2020.04.006.

［9］董进文，赵迅霞．汉化 Oswestry 功能障碍指数评价老年腰椎间盘突出症介入治疗术后疗效［J］．西部医学，2013，25（4）：623-624，627. DOI：10.3969/j.issn.1672-3511.2013.04.052.

［10］KIM D H，HAN S R，CHOI C Y，et al. Efficacy of pulsed radiofrequency medial branch treatment in low back pain patients［J］. J Back Musculoskelet Rehabil，2016，29（2）：361-366. DOI：10.3233/BMR-160668.

［11］STRAND L I，MOE-NILSSEN R，LJUNGGREN A E. Back Performance Scale for the assessment of mobility-related activities in people with back pain［J］. Phys Ther，2002，82（12）：1213-1223.

［12］中国康复医学会脊柱脊髓专业委员会专家组．中国急/慢性非特异性腰背痛诊疗专家共识［J］．中国脊柱脊髓杂志，2016，26（12）：1134-1138. DOI：10.3969/j.issn.1004-406X.2016.12.16.

［13］王馨佩，张鹏飞，万毅，等．稳定性运动治疗慢性非特异性腰痛疗效的 Meta 分析［J］．中国骨与关节杂志，2020，9（4）：270-277. DOI：10.3969/j.issn.2095-252X.2020.04.007.

［14］WASEEM M，KARIMI H，GILANI S A，et al. Treatment of disability associated with chronic non-specific low back pain using core stabilization exercises in Pakistani population［J］. J Back Musculoskelet Rehabil，2019，32（1）：149-154. DOI：10.3233/BMR-171114.

［15］李祖虹，刘琦．核心稳定性训练治疗腰椎病患者的疗效观察［J］．中华物理医学与康复杂志，2014，36（11）：864-866. DOI：10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.011.012.

［16］刘洪举，朱思刚，丘云锋，等．腰椎核心稳定性训练结合电针治疗慢性非特异性腰痛的疗效观察［J］．中国康复，2015，30（4）：296-297. DOI：10.3870/zgkf.2015.04.020.

［17］于瑞，王楚怀，潘翠环，等．悬吊运动疗法治疗慢性非特异性下腰痛后站立位腰屈伸运动表面肌电信号的变化［J］．中国康复理论与实践，2015，21（8）：943-946. DOI：10.3969/j.issn.1006-9771.2015.08.015.

［18］EL-BASATINY H M，ABDEL-AZIEM A A. Effect of backward walking training on postural balance in children with hemiparetic cerebral palsy：a randomized controlled study［J］. Clin Rehabil，2015，29（5）：457-467. DOI：10.1177/0269215514547654.

［19］KACHANATHU S J，ALENAZI A M，ALGARNI A D，et al. Effect of forward and backward locomotion training on anaerobic performance and anthropometrical composition［J］. J Phys Ther Sci，2014，26（12）：1879-1882. DOI：10.1589/jpts.26.1879.

［20］VIGGIANO D，TRAVAGLIO M，CACCIOLA G，et al. Effect of backward walking on attention：possible application on ADHD［J］. Transl Med UniSa，2015，11：48-54.

［21］ZELENIN P V，DELIAGINA T G，ORLOVSKY G N，et al. Activity of motor cortex neurons during backward locomotion［J］. J Neurophysiol，2011，105（6）：2698-2714. DOI：10.1152/jn.00120.2011.

［22］KIM S H，YOON Y B. Effect of backward walking on isokinetic muscular function，low back pain index and lumbosacral angle in unilateral exercise athletes［J］. Indian J Sci Technol，2016，9（25）：1-6. DOI：10.17485/ijst/2016/v9i25/97167.

［23］DUFEK J，Anthony House，Brent Mangus，John Mercer，Geoffrey Melcher. 28 International Conference on Biomechanics in Sports（2010）.

［24］VINCENT H K，MADSEN A，VINCENT K R. Role of antigravity

training in rehabilitation and return to sport after running injuries［J］. Arthrosc Sports Med Rehabil，2022，4（1）：e141–149. DOI：10.1016/j.asmr.2021.09.031.

（收稿日期：2023-02-20；修回日期：2023-06-15）
（本文编辑：赵跃翠）